动 物 学 研 究 2013，Oct. 34(5): 453−458 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research DOI:10.11813/j.issn.0254-5853.2013.5.0453

盐城灰鹤（*Grus grus*）越冬种群动态及行为观察

李忠秋[1,*]，王 智[2]，葛 晨[1]

1．南京大学 生命科学学院，江苏 南京 210093

2．中国环境保护部南京环境科学研究所，江苏 南京 210042

摘要：为解盐城灰鹤（*Grus grus*）的越冬种群动态及行为特征，在盐城保护区设置两条样线，自 2008 年 12 月始，连续 5 个冬季每月一次作种群监测，并观察灰鹤家族群的越冬行为。结果显示，近 5 年来，盐城越冬灰鹤种群（303~707 只）较为稳定，沿海开发对其种群似乎并无负面影响，这可能与灰鹤的食性及生境偏好有关。年龄对灰鹤越冬行为影响显著，幼鹤相较成鹤将花费更多的时间用于采食，而用于警戒的时间较少，这与幼鹤所处的生长及学习阶段有关。家族群大小对灰鹤的采食、警戒及群体警戒效率等均无显著影响，说明对于灰鹤而言，两只幼鹤并未显著增加其在警戒行为上的投入。

关键词：灰鹤；种群；采食行为；警戒行为；年龄；集群效应；家族群

中图分类号：Q959.7[+]26 **文献标志码**：A **文章编号**：0254-5853-(2013)05-0000-06

Population trends and behavioral observations of wintering common cranes (*Grus grus*) in Yancheng Nature Reserve

Zhong-Qiu LI[1,*], Zhi WANG[2], Chen GE[1]

1. *School of Life Sciences*, *Nanjing University*, *Nanjing* 210093, *China*

2. *Nanjing Institute of Environmental Science*, *Ministry of Environment Protection, Nanjing* 210042, *China*

Abstract: To understand the population status and behavioural features of wintering common cranes in the Yancheng Nature Reserve, two transects were established and population trends were monitored every month over five recent winters from 2008 to 2013. Wintering behaviours were also observed in order to explore the possible effects of family size and age on time budgets. Results indicated that the populations were stable with a range of 303 to 707 individuals. Negative effects of coastal developments were not found on the wintering population of common cranes, which might be related to their diets and preference for artificial wetland habitats. We found a significant effect of age on time budgets, with juveniles spending more time feeding and less time alerting, which might be related to the needs of body development and skill learning. Family size did not affect the time budgets of the cranes, which indicated that adults did not increase vigilance investment even when raising a larger family.

Keywords: *Grus grus*; Population; Feeding; Vigilance; Age; Group size effect; Family group

人类经济发展所导致的生境退化和丧失是野生鸟类种群下降和灭绝的重要原因（Owens & Bennett, 2000）。全球众多沿海沿江天然湿地的丧失，已经导致很多水鸟改变了其偏好生境，退而选择包含稻田在内的人工湿地（Czech & Parsons, 2002; Elphick, 2010; Wood et al, 2010）。对于某些鸟类而言，由于需要重新适应人工湿地中大幅增高的人类干扰水平而不得不提高警戒水平，导致没有充足的时间采食，进而导致营养及能量摄入不足，个体饥饿和种群下降（Ma et al, 2010; Wang et al, 2011），而对于适应乃至偏好人工湿地的鸟类，其种群则可能会增加（Wood et al, 2010）。

我国沿海湿地的开发也在大幅加速，尤其是 2009 年沿海大开发计划上升为国家发展战略之后（Li et al, 2010）。盐城珍禽自然保护区位于沿海大开发中心位置，天然湿地开发相当剧烈，尤其是缓冲区和实验区。根据遥感影像分析，1992 年人工湿地景观占盐城保护区总面积的 56%，2000 年上升到

收稿日期：2013-03-04；接受日期：2013-04-17

基金项目：国家级自然保护区生态环境十年变化调查与评估项目（STSN-7）；“十一五”国家科技支撑计划（2008BAC39B03）；国家自然科学基金项目（31000174）；中央高校基础科研业务

*通信作者（Corresponding author），E-mail: lizq0314@gmail.com

65%，2008 年进一步增加到 71%（Wang, 2012）。沿海湿地开发已导致多种依赖天然湿地的鸟类种群下降，如丹顶鹤（*Grus japonensis*）种群在最近的 10 余年间已经由 2000 年的 1 128 只下降到 2010 年的 477 只，种群下降一半以上（Lü, 2007; Su & Wang, 2010; Ge, 2012）。然而，对于偏好或依赖人工湿地的鸟类而言，比如灰鹤（*G. grus*），却缺乏系统监测和研究。

警戒行为是动物的主要行为类别之一，具有探测外界捕食风险及人类干扰的功能，对于动物个体生存及种群繁衍都具有显著意义（Beauchamp, 2003），且可在一定程度上反映栖息地的质量优劣，警戒行为越高，往往捕食风险或者人类干扰越高，不利于动物生存（Ge et al 2011; Li et al 2013）。鹤类警戒行为在近期也受到了较多关注，很多研究显示种群大小、人类干扰及年龄等均会对鹤类警戒行为产生显著影响（Aviles & Bednekoff, 2007; Li et al, 2013; Wang et al, 2011;Yang et al, 2006 ）。丹顶鹤（Ge et al, 2011; Wang et al, 2011）及灰鹤（Yang et al, 2006; Aviles & Bednekoff, 2007）等的集群效应已有很多报道，随着群体的变大，个体在警戒行为的投入上会逐渐降低，然而，作为以家族群为基本构成单元的鹤类而言（Ellis et al, 1996），家族群大小是否也具有集群效应或者说家族群的大小是否会影响成鹤或幼鹤的行为预算研究却相对很少（Alonso & Alonso, 1993）。从集群效应的角度而言，幼鹤的存在至少增加了家族群的稀释效应，因此，家族群越大，个体在警戒行为的投入上应该越低，群体警戒效率也应该越高（Beauchamp, 2003）。除此之外，年龄也是影响鹤类行为预算的重要因素（Alonso & Alonso, 1993; Aviles, 2003），成年个体在警戒行为的投入上往往高于幼年或亚成年个体。

基于以上思考，我们从 2008 年冬季开始，在盐城保护区系统监测偏好人工湿地的灰鹤，以研究其对沿海湿地开发可能的响应，并同时于 2010 年冬季，探讨了影响灰鹤行为预算的家族群及年龄效应。

1 材料与方法

1.1 研究地区

本实验在江苏省盐城国家级珍禽自然保护区（N32°20′~34°37′，E119°29′~121°16′）展开。该保护区属滨海湿地，为中国最大的海岸带保护区，地处江苏中部沿海，辖东台、大丰、射阳、滨海和响水 5 个县(市)的滩涂，海岸线长 582 km，总面积 4.5×10^5 km^2，其中核心区为 1.7×10^4 km^2，冬季平均气温 4 ℃。1983 年经江苏省人民政府批准建立省级自然保护区，1992 年经国务院批准晋升为国家级自然保护区，同时，被联合国教科文组织接纳为“国际生物圈保护区网络”成员，1996 年被纳入东北亚鹤类保护网络，2002 年被列入《国际重要湿地名录》。保护区主要植被包括芦苇（*Phragmites communis*）、碱蓬（*Suaeda salsa*）及白茅（*Imperata cylindrica*）等。

1.2 研究对象

灰鹤是鹤类中数量最多，分布最为广泛的物种，为我国二级保护动物，被 IUCN 列为 LC 级别（BirdLife International, 2013），多栖息于开阔平原、草地、沼泽、滩涂以及农田地带，主要取食植物叶、茎、谷粒以及软体动物、昆虫、蛙和鱼类等，为季节性迁徙的候鸟，在我国夏季繁殖于新疆天山及东北，秋天于 9 月末 10 月初南迁至长江中、下游和华南地区越冬，次年 3 月中、下旬返回北方繁殖地。

1.3 种群调查

从 2008 年 12 月开始，我们在灰鹤越冬季节（11 月—次年 3 月）连续 5 年对其种群进行监测，在盐城自然保护区核心区及缓冲区（射阳县芦苇开发公司）分别设置了一条穿越越冬灰鹤主要分布区的样线，长度均为～15 km。野外调查主要通过骑行电瓶车进行，骑行速度为～5 km/h，当发现灰鹤种群时，即停车进行记录，记录内容包括种群大小、种群构成、观测距离、生境（农田、苇田及草滩等），以及天气、GPS 坐标与人类干扰等相关环境因素。调查通常在一天内完成，最多不超过两天，以尽量减少灰鹤迁移所造成的重复计数。调查在越冬季节的每月进行，且两次调查的时间间隔不低于两周。

1.4 行为观察

灰鹤行为学观察主要集中在 2010 年 1—2 月。为减少灰鹤社群大小可能造成的集群效应（Yang et al, 2006），我们仅针对独立家族群进行观察。灰鹤家族群通常为两只成鹤携带 1～2 只幼鹤，偶尔也可见未携带幼鹤的家族群，鉴于观察样本较少，本结果不包含此类家族群。

观察方法为焦点扫描法，当发现一个家族群时即停车观察。观察距离通常＞300 m，舍弃观察前 5 min 以降低观察者效应（Li, 2011），观察时长 30 min，在观察时段内，1 min 扫描家族群一次，并记录各成员行为。舍弃＜10 min 的样本，故最终所有样本

的平均观察时间为 28.3 min。正式观察前，记录家族群大小（3～4 只）、年龄（成鹤、幼鹤）、观察时间（8:00—10:59、11:00—13:59、14:00—17:00）、以及生境、GPS 与天气等相关信息。将灰鹤行为分为采食（低头搜索、挖掘、吞咽及饮水等）、警戒（头高于肩凝视或环视周围环境）及其他（休息、理羽、移动、打斗、鸣叫及排遗等）。

1.5　统计分析

将每个样本中的各类行为分别汇总分类，并以百分数表示。由于其他行为所占比例很低（1.6%），故仅分析采食和警戒行为。所有百分比数据均经过开方反正弦转化，以达到线性模型分析要求。之后利用混合线性模型，以家族群编号为随机因素，以家族群大小、观察时间、年龄以及这 3 个因素的所有二级交互作用为固定因素，分析灰鹤行为预算。由于所有的二级交互作用显著度均＞0.05，即交互作用不明显，故最终模型仅包含随机因素（家族群编号）及固定因素（家族群大小、观察时间及年龄）。

此外，计算并分析不同家族群的群体警戒效率。群体警戒效率被定义为家族群中至少有一只个体处于警戒状态的扫描次数与总扫描次数的比例，群体警戒效率越高，表明群体对外界反应越灵敏，也越可能抵抗捕食或人类干扰（Li & Jiang, 2008）。利用独立样本 *t*-test 比较 3 只家族群和 4 只家族群的群体警戒效率差异。所有操作均在 SPSS18.0 上完成，P＜0.05 为差异显著，行为比例标注为 mean±*SE*。

2　结果

在 5 个越冬季节的种群调查中，共进行 20 次月度调查，总记录灰鹤 87 群次 3 850 只次。2008—2013 年，种群最大数量分别为 303、478、500、704 及 707，尽管月度变化很大，但总体而言，种群数量稳定且处于增长期。灰鹤在盐城自然保护区主要分布于缓冲区，发生于缓冲区的记录达到 3533 只次，占所有记录个体的 91.8%。在集群类型上，灰鹤主要以两种集群模式存在，其一是独立存在的家族群，即一对成鹤或者一对成鹤携带 1～2 只幼鹤，共记录该类型 31 群次（35.6%），其二是在家族群基础上形成的较为松散的社群，共记录 56 群次（64.4%），其中，≥50 只的大群共记录 21 群次 3 191 只次，占到所有记录个体的 82.9%。

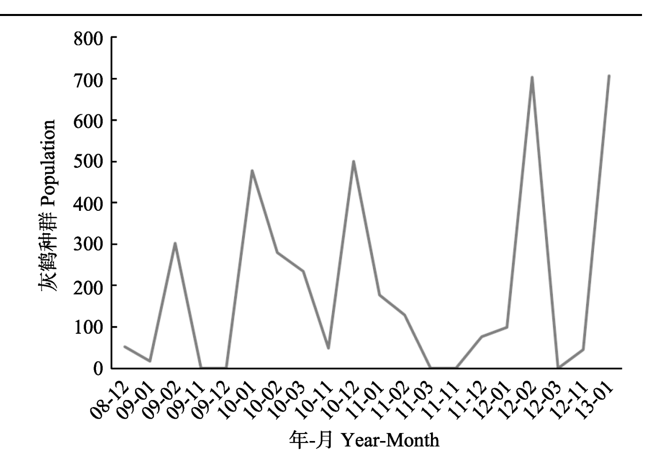


图 1　2008-2013 年盐城自然保护区灰鹤越冬种群动态
Figure 1　Wintering population trends of common cranes（*Grus grus*）in Yancheng Nature Reserve from 2008 to 2013

共收集来自 28 个家族群的 101 个样本用于行为学研究，其中，17 群为 4 只个体家族群，11 群为 3 只个体家族群，成鹤 56 只，幼鹤 45 只。灰鹤主要的日间行为类别为采食和警戒，分别占所有行为的 70.3%和 28.1%，其他行为仅占 1.6%。混合线性模型结果显示，年龄对灰鹤采食行为具显著影响（$F_{1,72}$=53.825，P<0.001），幼鹤（80.9%）花费于采食的时间明显多于成鹤（61.8%），而家族群大小（$F_{1,26}$=0.044，P=0.836）及观察时间（$F_{2,24}$=1.693，P=0.205）则无影响（Figure 2）。警戒行为的年龄效应也非常显著（$F_{1,72}$=56.593，P<0.001），成鹤（36.8%）警戒比例明显高于幼鹤（17.3%），而家族群大小（$F_{1,26}$=0.081，P=0.779）及观察时间（$F_{2,24}$=2.238，P=0.128）对警戒行为无影响（Figure 3）。在家族群群体警戒效率方面，3 只（0.698±0.064）与 4 只（0.647±0.059）个体的家族群警戒效率相差不大（t_{26}=0.579，P=0.568）。

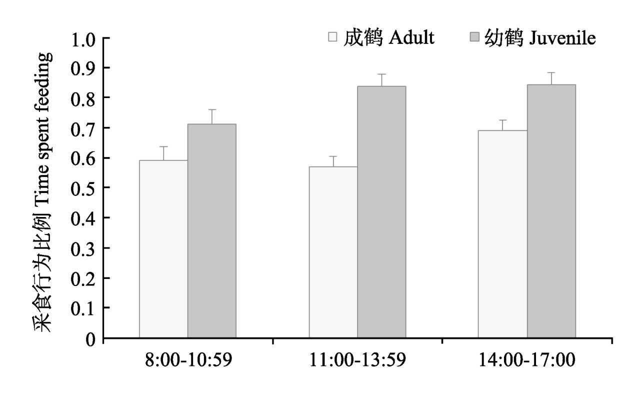


图 2　年龄及观察时间对灰鹤采食行为的影响
Figure 2　Effects of age and daytime on feeding of common cranes（*Grus grus*）

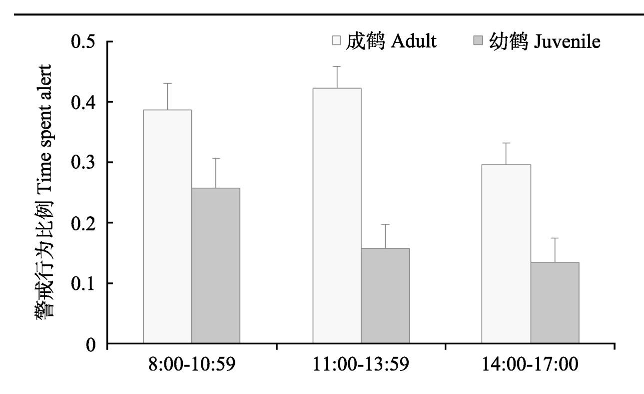


图 3 年龄及观察时间对灰鹤警戒行为的影响
Figure 3 Effects of age and daytime on alertness of common cranes（*Grus grus*）

3 讨论

3.1 盐城灰鹤越冬种群动态

作为分布最为广泛，种群数量也最大的鹤类，灰鹤的种群动态一直未得到足够关注，对其种群的调查也基本基于零散的记录整理。湿地国际2006年对全球水鸟的统计中，估计全球灰鹤种群为360000~37 000只，其中，中国大陆越冬种群10000~12000只（Wetlands International, 2012）。对于中国大陆种群，国内学者也有不同意见。WSG（1994）报道1990—1993年在中国越冬的灰鹤种群仅为1 828~3 503只；Su et al（2000）估计包含西藏种群在内，全国灰鹤种群仅为5 000~6 000只，且多数处于下降或不稳定状态；而Wang & Wang（2004）则估算全国越冬种群≥22 401只，且总体处于稳定增长期。根据文献以及各地鸟友的记录，灰鹤越冬种群尚较为稳定，其中，包括山西、山东及河南等省的黄河中下游地区、贵州草海（Li, 2005）、江西鄱阳湖（Ji & Wu, 2005）与江苏盐城等地均有数千近千只的记录，因此，笔者倾向于Wang & Wang（2004）的观点。

江苏灰鹤越冬种群集中于盐城及洪泽湖等地，其中，以盐城为主要越冬地。由于以往对于灰鹤种群的记录通常是在进行丹顶鹤种群同步调查时附加记录，故种群记录较为零散。Wang & Wang（2004）在1990和1991年分别记录到了968只和1 186只；Wang在2004年进行长江中、下游及南黄海湿地和水鸟调查时，记录灰鹤种群123只；在2007年的丹顶鹤同步调查中记录灰鹤种群725只。结合我们近5年的越冬种群调查，我们发现，近20余年，盐城灰鹤种群虽处于动态变化中，但相对比较稳定。其原因可能与灰鹤的食性、生境选择及行为有关。灰鹤主要以谷物为食，谷物及其他湿地植物占采食总量的90%以上，其生境选择也因此而偏好玉米地、小麦地等农田（Zhan et al, 2007, 2011）。因此，尽管沿海开发强度逐渐增加，但水稻、小麦等农田面积于1992—2008年仍增加了～10%（Wang, 2012），为灰鹤提供了相对充足的食源和栖息地。此外，灰鹤并不像丹顶鹤主要以小的家族群为单元活动，而更喜欢营大的社群生活，而集大群生活的一个重要优势就是对天敌及人类干扰的抵抗能力较强（Yang et al, 2006），因此，即使农田中的人类活动及干扰较多，也并不会对灰鹤产生显著影响。

3.2 年龄及家族群对灰鹤行为的影响

年龄对于鸟类行为具显著影响，在沙丘鹤（*G. Canadensis*, Tacha, 1988）、丹顶鹤（Ge et al, 2011; Li et al, 2013）及黑颈鹤（*G. negricollis*, Cangjue et al, 2007）等鹤类中，成鹤用于采食的时间均低于幼鹤，而警戒时间则高于幼鹤。在以往的灰鹤研究中，年龄效应也已经在西班牙灰鹤中得到了验证（Alonso & Alonso, 1993; Aviles, 2003）。相对于成鹤而言，幼鹤往往在取食技巧方面缺乏经验，因此，采食效率低于成鹤。在笼养丹顶鹤的食性实验中，成鹤取食效率是幼鹤的1.5倍，因此，为满足身体生长发育需求，幼鹤不得不花费更多时间用于采食（Ma et al, 2000）。而在警戒行为方面，成鹤担负着照顾后代的责任，故表现更为敏感警惕，而幼鹤尚未离群独立，行为上很大程度还依赖于成鹤，其警戒行为投入也相对较少。

尽管已有报道称白颊黑雁（barnacle geese, *Branta leucopsis*）家族群的大小会对其行为产生影响，家族群越大，个体投入警戒的比例越低（Black & Owen, 1989）。而我们的研究结果则显示，至少在灰鹤这种家族群变化范围较小（2～4只）的物种中，家族群大小并不影响灰鹤的行为分配，也不会影响灰鹤家族群的警戒效率，与西班牙灰鹤（Alonso & Alonso, 1993）以及我们之前对丹顶鹤（Li et al, 2013）的研究结果一致。即幼鹤数量并不影响亲代在警戒行为上投入的变化，也不对幼鹤自身行为产生显著影响。

概括而言，盐城灰鹤越冬种群比较稳定，这可能与灰鹤食性、生境选择及集群有关，尽管农田中的人类干扰较大，但由于处于冬季休耕期，这种干扰并未对灰鹤产生过多影响。年龄效应在灰鹤行为

分配中具有显著的体现，说明至少在越冬期间，成鹤可能仍旧担负着“哨兵”和“保护者”的作用，而幼鹤尚未具备独立生存的能力。

致谢：本研究中得到盐城珍禽自然保护区王会、吕士成、高泽东及殷鹏等大力支持，李靖、姜学雷、朱杰等参与了部分野外调查，在此一并致谢。

参考文献：

Alonso JA, Alonso JC. 1993. Age-related differences in time budgets and parental care in wintering common cranes. *The Auk,* **110**（1）: 78-88.

Aviles JM. 2003. Time budget and habitat use of the Common Crane wintering in dehesas of southwestern Spain. *Canadian Journal of Zoology,* **81**（7）: 1233-1238.

Aviles JM, Bednekoff PA. 2007. How do vigilance and feeding by common cranes *Grus grus* depend on age, habitat, and flock size? *Journal of Avian Biology,* **38**（6）: 690-697.

Beauchamp G. 2003. Group-size effects on vigilance: a search for mechanisms. *Behavioural Processes,* **63**（3）: 111-121.

BirdLife International. 2013. Species factsheet: *Grus grus*: Downloaded from http://www.birdlife.org on 1/3/2013.

Black JM, Owen M. 1989. Parent-offspring relationships in wintering Barnacle Geese. *Animal Behaviour,* **37**: 187-198.

Cangjue ZM, Yang L, Li JC. 2007. Time Budget in daytime of Black-necked Crane in wintering period in Tibet. *Chinese Journal of Wildlife,* **29**: 15-20. [仓决卓玛, 杨乐, 李建川. 2008. 西藏黑颈鹤越冬期昼间行为的时间分配. 野生动物, **29**: 15-20.]

Czech HA, Parsons KC. 2002. Agricultural wetlands and waterbirds: a review. *Waterbirds,* **25**（S2）: 56-65.

Ellis DH, Gee GF, Mirande CM. 1996. *Cranes: Their Biology, Husbandry, and Conservation*. Washington: National Biological Service / International Crane Foundation.

Elphick CS. 2010. Why Study Birds in Rice Fields? *Waterbirds,* **33**（S1）: 1-7.

Ge C. 2012. Wild Birds' Vigilance Behavior Under Human Disturbance-Researches on three Snowfinch Species on Qinghai-Tibet Plateau and the Wintering Red-Crowned Crane and Common Crane in Yancheng National Reserve. Master, Nanjing University, Nanjing. [葛晨. 2012. 人类干扰下的野生鸟类警戒行为研究. 硕士学位论文. 南京大学, 南京.]

Ge C, Beauchamp G, Li ZQ. 2011. Coordination and synchronisation of anti-predation vigilance in two crane species. *Plos One,* **6**（10）: e26447.

Ji WT, Wu JD. 2005. Information on wintering waterfowls at Poyang Lake in 2004/2005. *China Crane News,* **9**: 14-18. [纪伟涛, 吴建东. 2005. 2004 年冬至 2005 年春鄱阳湖越冬水禽种群信息. 中国鹤类通讯, **9**: 14-18.]

Li YF, Zhu XD, Sun X, Wang F. 2010. Landscape effects of environmental impact on bay-area wetlands under rapid urban expansion and development policy: A case study of Lianyungang, China. *Landscape and Urban Planning,* **94**（3-4）: 218-227.

Li ZJ. 2005. Census on cranes and large waterfowls at Guizhou Caohai N. R.. *China Crane News,* **9**: 18-19. [李振吉. 2005. 贵州省草海自然保护区 2005 年 1 月鹤类及大型水禽调查. 中国鹤类通讯, **9**: 18-19.]

Li ZQ. 2011. Suitable distance to observe Red-crowned Cranes: a note on the observer effect. *Chinese Birds,* **2**（3）: 147-151.

Li ZQ, Jiang ZG. 2008. Group size effect on vigilance: evidence from Tibetan gazelle in Upper Buha River, Qinghai-Tibet Plateau. *Behavioural Processes,* **78**（1）: 25-28.

Li ZQ, Wang Z, Ge C. 2013. Time budgets of wintering red-crowned cranes: effects of habitat, age and family size. *Wetlands,* **33**（2）: 227-232.

Waterbirds Special Group, China Ornithological Society（WSG）. 1994. Waterbirds Research In China. Shanghai: East China Normal University Press. [中国鸟类学会水鸟专家组. 1994. 中国水鸟研究. 上海: 华东师范大学出版社.]

Lü SC. 2007. Quantitative distribution in night of Red-crowned crane on the artificial wetland during wintering stage. *Chinese Journal of Wildlife,* **28**（2）: 11-13. [吕士成. 2007. 丹顶鹤越冬期在人工湿地的夜栖数量分布. 野生动物, **28**（2）: 11-13.]

Ma ZJ, Li WJ, Wang ZJ. 2000. Natural Conservation of Red-Crowned Cranes. Beijing: Qinghua University Press. [马志军, 李文军, 王子健. 2000. 丹顶鹤的自然保护. 北京: 清华大学出版社.]

Ma ZJ, Cai YT, Li B, Chen JK. 2010. Managing wetland habitats for waterbirds: an international perspective. *Wetlands,* **30**（1）: 15-27.

Owens I, Bennett P. 2000. Ecological basis of extinction risk in birds: habitat loss versus human persecution and introduced predators. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* **97**（22）: 12144-12148.

Su HL, Lin YH, Li DQ, Qian FW. 2000. Status of Chinese cranes and their conservation strategies. *Chinese Biodiversity,* **8**（2）: 180-191. [苏化龙, 林英华, 李迪强, 钱法文. 2000. 中国鹤类现状及其保护对策. 生物多样性, **8**（2）: 180-191.]

Su LY, Wang QS. 2010. The mainland population of the Red-crowned Crane faces growing threat. *China Crane News,* **14**（1）: 3-8. [苏立英, 王岐山. 2010. 丹顶鹤大陆种群面临严重的威胁. 中国鹤类通讯, **14**（1）: 3-8.]

Tacha T. 1988. Social organization of sandhill cranes from midcontinental North America. *Wildlife Monographs,* **99**: 3-37.

Wang H. 2007. Survey on wintering Red-crowned Crane and rare and precious waterbirds in the coastal area of Yancheng. *China Crane News,* **11**（1）: 16-17. [王会. 2007. 2006 年冬盐城沿海丹顶鹤及珍稀水鸟监测. 中国鹤类通讯, **11**（1）: 16-17.]

Wang YH, Wang H. 2004. Advance in study of common crane and its present status in China. *Guizhou Science,* **22**（3）: 65-71. [王有辉, 王虹. 2004. 中国灰鹤的现状与研究进展. 贵州科学, **22**（3）: 65-71.]

Wang Z. 2012. Landscape Patterns in Yancheng Coastal Lines. Ph. D., Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing. [王智. 2012. 江苏盐城海岸带景观变化研究. 博士学位论文, 中科院动物研究所, 北京.]

Wang Z, Li ZQ, Beauchamp G, Jiang ZG. 2011. Flock size and human disturbance affect vigilance of endangered red-crowned cranes（*Grus japonensis*）. *Biological Conservation,* **144**（1）: 101-105.

Wang H. 2004. Reports on wetlands and waterbirds in Jiangsu Province. (王

会. 2004. 江苏省湿地及水鸟调查报告. http://www.wwfchina.org/aboutwwf/miniwebsite/2004-2/jiangxibg.pdf)

Wetlands International. 2012. Waterbird Population Estimates. Wageningen: Wetlands International.

Wood C, Qiao Y, Li P, Ding P, Lu BZ, Xi YM. 2010. Implications of Rice Agriculture for Wild Birds in China. *Waterbirds,* **33**（S1）: 30-43.

Yang Y, Chen WH, Jiang WG, Yang SJ, Peng GH, Huang TF. 2006. Effects of group size on vigilance behavior of wintering common cranes. *Zoological Research,* **27**（4）: 357-362.

Zhan YJ, Chen W, Hu D, Wu XS, Zhang JG. 2007. Food selection of wintering common crane（*Grus grus*）in the Wetland of Beijing. *Wetland Science,* **5**（1）: 45-50. [战永佳, 陈卫, 胡东, 吴秀山, 张金国. 2007. 北京湿地越冬灰鹤食性的初步分析. 湿地科学, **5**（1）: 45-50.]

Zhan YJ, Chen W, Li YH, Wu XS, Zhang JG, Hu D. 2011. Foraging habitat selection of common crane during winter at Yeyahu wetland nature reserve in Beijing. *Sichuan Journal of Zoology,* **30**（3）: 810-813. [战永佳, 陈卫, 李玉华, 吴秀山, 张金国, 胡东. 2011. 北京野鸭湖湿地自然保护区越冬灰鹤觅食栖息地选择研究. 四川动物, **30**（3）: 810-813.]